

KAEDAH BERANGKA TIDAK PIAWAI DENGAN TRIMEAN BAGI MERAMAL KELUARAN DALAM NEGARA KASAR DAN HARGA MINYAK MENTAH

Noor Ashikin Othman^{a*}, Mohammad Khatim Hasan^b, Bahari Idrus^c

^{a,b,c}Pusat Penyelidikan Teknologi Kecerdasan Buatan (CAIT),
Fakulti Teknologi dan Sains Maklumat,
^cUniversiti Kebangsaan Malaysia,
43600 UKM Bangi, Selangor, Malaysia
*p97180@siswa.ukm.edu.my

Abstrak

Tujuan kajian ini untuk meramalkan nilai dua pemboleh ubah dalam ekonomi Malaysia iaitu keluaran dalam negara kasar (KDNK) dan harga minyak mentah (HMM). Pendiskritan model Lotka-Volterra berdasarkan kaedah berangka tak piawai dengan trimean (KBTPDT) dibangun untuk meramalkan nilai KDNK dan HMM. Perbandingan keputusan simulasi yang diperolehi dengan kaedah yang sedia ada iaitu kaedah berangka biasa (KBB) menunjukkan bahawa KBTPDT boleh meramalkan nilai dua pemboleh ubah dalam ekonomi Malaysia dengan ketepatan tinggi berdasarkan peratusan min ralat mutlak (MAPE).

Kata kunci: kaedah berangka tidak piawai; trimean; model Lotka-Volterra; keluaran dalam negara kasar; harga minyak mentah

1. Pengenalan

Konsep KBTPDT telah diperkenalkan oleh (Hasan et al., 2018; Othman et al., 2019; Othman & Hasan, 2017) bagi mensimulasi model interaksi Lotka-Volterra, model Rosenzweig-Mac Arthur dan model Beddington-DeAngelis. KBTPDT telah dibangun untuk mengatasi masalah ketidakstabilan berangka yang wujud dalam kaedah berangka biasa (KBB). Antara KBB yang popular ialah kaedah Adam-Moulton dan kaedah Runge-Kutta (Hasan et al., 2015). Antara kelebihan utama KBTPDT ialah ia dapat meningkatkan ketepatan simulasi terhadap tingkah laku interaksi antara spesies dan dapat meramal titik keseimbangan dengan cepat dan tepat.

Keluaran dalam negara kasar (KDNK) dan harga minyak mentah (HMM) merupakan antara penentu ukur bagi perkembangan ekonomi (Mohd Saudi et al., 2019; Shrestha & Bhatta, 2018). Dalam kajian ini, konsep KBTPDT dibangun dalam model interaksi Lotka-Volterra untuk meramal nilai dua pemboleh ubah dalam ekonomi Malaysia iaitu KDNK dan HMM, kemudian dibandingkan dengan kaedah yang sedia ada iaitu KBB. KBB yang digunakan dalam kajian ini ialah kaedah Adam-Moulton. Perbandingan keputusan simulasi KBTPDT yang diperolehi dengan KBB menunjukkan bahawa KBTPDT boleh meramalkan nilai pemboleh ubah ini dengan lebih jitu.

Model interaksi Lotka-Volterra adalah satu sistem persamaan pembezaan yang menggambarkan interaksi persaingan dinamik antara dua spesies. Model Lotka-Volterra dari dua spesies, x dan y , mengikut (Othman et al., 2020) adalah seperti berikut:

$$\frac{dx}{dt} = a_1x(t) - b_1x(t)^2 - c_1x(t)y(t) \quad (1)$$

$$\frac{dy}{dt} = a_2y(t) - b_2y(t)^2 - c_2y(t)x(t) \quad (2)$$

yang x dan y ialah saiz populasi spesies x dan y , a_i ialah kadar pertumbuhan spesies apabila ia hidup sendirian, b_i ialah had keupayaan niche untuk spesies dan c_i ialah hubungan interaksi antara dua spesies dengan $i = 1, 2$.

Untuk membangun KBTPDT bagi persamaan (1), $\frac{dx}{dt}$ digantikan dengan $\frac{x_{i+1}-x_i}{\emptyset}$ mengikut (Mickens, 2002; Othman & Hasan, 2017). Dalam kajian ini fungsi pembahagi, \emptyset adalah mengikut (Zibaei & Namjoo, 2014). Bagi sebelah kanan persamaan (1), nilai x , x^2 dan xy diganti dengan nilai anggaran masing-masing seperti:

$$\begin{aligned}x &= 2x - x = 2x_i - x_{i+1} \\x^2 &= x_k x_{k+1} = x_i x_{i+1} \\xy &= x_{i+1} y_i\end{aligned}$$

Maka persamaan (1) menjadi

$$\begin{aligned}\frac{x_{i+1} - x_i}{\emptyset} &= A(2x_i - x_{i+1}) - B(x_i x_{i+1}) - C(x_{i+1} y_i) \\x_{i+1} &= \frac{A\emptyset 2x_i + x_i}{(1 + A\emptyset + B\emptyset x_i + C\emptyset y_i)}\end{aligned}\quad (3)$$

Oleh kerana kaedah Trimean memerlukan dua nod sebelum untuk mengira nod seterusnya, maka persamaan (3) digunakan pada dua nod pertama. Persamaan trimean $\frac{x_{i-1} + 2x_i + x_{i+1}}{4}$ diganti dalam nilai x , tanpa mengubah nilai x^2 dan xy , persamaan (1) menjadi

$$\begin{aligned}\frac{x_{i+1} - x_i}{\emptyset} &= A\left(\frac{x_{i-1} + 2x_i + x_{i+1}}{4}\right) - B(x_i x_{i+1}) - C(x_{i+1} y_i) \\x_{i+1} &= \frac{A\emptyset 0.25x_{i-1} + A\emptyset 0.5x_i + x_i}{(1 - A\emptyset 0.25 + B\emptyset x_i + C\emptyset y_i)}\end{aligned}\quad (4)$$

Untuk membangun KBTPDT bagi persamaan (2), $\frac{dy}{dt}$ akan digantikan dengan $\frac{y_{i+1}-y_i}{\emptyset}$ mengikut (Mickens, 2002; Othman & Hasan, 2017). Manakala bagi sebelah kanan persamaan (2), nilai y , y^2 dan xy digantikan dengan nilai anggaran masing-masing seperti

$$\begin{aligned}y &= -y + 2y = -y_i + 2y_{i+1} \\y^2 &= y_k y_{k+1} = y_i y_{i+1} \\xy &= 2xy - xy = 2x_{i+1} y_i - x_i y_{i+1}\end{aligned}$$

Maka persamaan (2) menjadi

$$\begin{aligned}\frac{y_{i+1} - y_i}{\emptyset} &= P(-y_i + 2y_{i+1}) - Q(y_i y_{i+1}) - R(2x_{i+1} y_i - x_i y_{i+1}) \\y_{i+1} &= -\frac{P\emptyset y_i - R\emptyset 2x_{i+1} y_i + y_i}{(1 - P\emptyset 2 + Q\emptyset y_i - R\emptyset x_i)}\end{aligned}\quad (5)$$

Oleh kerana kaedah Trimean memerlukan dua nod sebelum untuk mengira nod seterusnya, maka persamaan (5)

digunakan pada dua nod pertama. Persamaan trimean $\frac{y_{i-1}+2y_i+y_{i+1}}{4}$ digantikan dalam nilai y , tanpa mengubah nilai y^2 dan xy , persamaan (1) menjadi

$$\frac{y_{i+1} - y_i}{\phi} = P \left(\frac{y_{i-1} + 2y_i + y_{i+1}}{4} \right) - Q(y_i y_{i+1}) - R(2x_{i+1}y_i - x_i y_{i+1})$$

$$y_{i+1} = \frac{P\phi 0.25y_{i-1} + P\phi 0.5y_i - R\phi 2x_{i+1}y_i + y_i}{(1 - P\phi 0.25 + Q\phi y_i - R\phi x_i)} \quad (6)$$

Dalam kajian ini, model Lotka-Volterra yang didiskritkan dengan KBTPDT adalah persamaan (3) hingga persamaan (6) diguna untuk meramal KDNK dan HMM. Untuk memeriksa kejituan peramalan KBTPDT, peramalan KDNK dan HMM akan dibandingkan dengan data sebenar mengikut (Othman et al., 2020). Kajian ini menggunakan peratusan min ralat mutlak (MAPE) (Othman et al., 2020) bagi menilai kejituan. Tafsiran nilai MAPE adalah kurang daripada 10% adalah ramalan yang sangat tepat manakala 10% hingga 20% adalah ramalan yang baik. Keputusan simulasi (dipaparkan dalam Jadual 1) menunjukkan bahawa KBB dan KBTPDT dapat meramalkan nilai KDNK dan HMM dengan jitu. Namun, KBTPDT dapat meramal KDNK dan HMM dengan lebih tepat berdasarkan nilai MAPE yang kurang daripada 10. Ini menunjukkan penyesuaian KBTPDT adalah lebih menghampiri kepada nilai sebenar berbanding dengan KBB.

Jadual 1. Simulasi nilai Keluaran Dalam Negara Kasar (KDNK) dan Harga Minyak Mentah (HMM) mengguna KBTPDT

| Tahun | KDNK | | | HMM | | |
|-------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|---------------|
| | Nilai Sebenar | KBB | KBTPDT | Nilai Sebenar | KBB | KBTPDT |
| 2009 | 8559.23 | 8559.2634 | 8559.23 | 64.13 | 50.984761 | 64.13 |
| 2010 | 9040.57 | 9040.5988 | 9040.5791 | 79.64 | 118.4254 | 79.301019 |
| 2011 | 9372.01 | 9372.0434 | 9372.0347 | 99.91 | 105.13597 | 72.075941 |
| 2012 | 9743.10 | 9743.1105 | 9743.1115 | 101.58 | 84.404617 | 109.01285 |
| 2013 | 10061.72 | 10061.727 | 10061.751 | 99.19 | 82.548472 | 101.63637 |
| 2014 | 10524.07 | 10524.086 | 10524.07 | 91.40 | 88.578935 | 92.577627 |
| 2015 | 10912.15 | 10912.175 | 10912.153 | 53.51 | 52.932118 | 54.44564 |
| 2016 | 11219.63 | 11219.632 | 11219.644 | 46.84 | 55.961447 | 59.807457 |
| 2017 | 11720.74 | 11720.761 | 11720.768 | 55.91 | 65.017566 | 60.617053 |
| 2018 | 12109.49 | 12109.49 | 12109.49 | 69.78 | 69.531728 | 72.581455 |
| MAPE | | 0.0002 | 0.0002 | | 14.8401 | 8.1223 |

2. Kesimpulan

Kajian ini menggunakan pendiskritan KBTPDT untuk meramal nilai dua pemboleh ubah dalam ekonomi Malaysia bagi model interaksi Lotka-Volterra. Dua pemboleh ubah yang dipilih adalah KDNK dan HMM. Terdapat dua kaedah yang digunakan untuk mensimulasi interaksi antara KDNK dan HMM iaitu KBB dan

KBTPDT. Hasil perbandingan keputusan simulasi yang diperolehi menunjukkan bahawa KBTPDT dapat meramalkan nilai dua pemboleh ubah ini dengan lebih tepat berbanding KBB. Ini menunjukkan pendiskritan KBTPDT lebih berkesan dan boleh dilaksanakan dalam mengkaji isu ekonomi. Kajian mengenai hubungan antara pemboleh ubah ekonomi adalah sangat penting dan berguna kepada kerajaan dalam membuat dasar-dasar pembangunan sosial untuk mensejahterakan ekonomi negara.

Penghargaan

Artikel ini adalah sebahagian daripada Geran Galakan Penyelidik [GGP-2017-023] Universiti Kebangsaan Malaysia.

Rujukan

- Hasan, M. K., Abdul Karim, S. A., & Sulaiman, J. (2015). Graphical Analysis of Rosenzweig-MacArthur Model via Adams-Moulton and Fourth Order Runge-Kutta Methods. *The 5th International Conference on Electrical Engineering and Informatics 2015*, 670–675.
- Hasan, M. K., Othman, N. A., Karim, S. A. A., & Sulaiman, J. (2018). Semi non-standard trimean algorithm for Rosenzweig-MacArthur interaction model. *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*, 8(4–2), 1520–1527. <https://doi.org/10.18517/ijaseit.8.4-2.6779>
- Mickens, R. E. (2002). Nonstandard finite difference schemes for differential equations. *Journal of Difference Equations and Applications*, 8(9), 823–847. <https://doi.org/10.1080/1023619021000000807>
- Mohd Saudi, N. S., Tsen, W. H., Murshidi, M. H., Harun, A. L., & Saayah, A. (2019). The Impact of Crude Oil, Natural Gas and Liquefied Natural Gas (LNG) Prices on Malaysia GDP: Empirical Evidence using ARDL bound Testing Approach. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 9(6), 988–1001. <https://doi.org/10.6007/ijarbss/v9-i6/6060>
- Othman, N. A., & Hasan, M. K. (2017). New hybrid two-step method for simulating lotka-volterra model. *Pertanika Journal of Science and Technology*, 25(S6), 115–124.
- Othman, N. A., Hasan, M. K., & Idrus, B. (2020). The crude oil price power on Malaysia GDP: Relationship Analysis employing Numerical Method with Optimisation Approach. *Test Engineering and Management*, 83(1101), 1101–1107.
- Othman, N. A., Hasan, M. K., & Idrus, B. (2019). ALGORITMA BERANGKA TIDAK PIAWAI DENGAN TRIMEAN BAGI MODEL INTERAKSI BEDDINGTON-DEANGELIS. *Kolokium Pendidikan (KOLOPEN)*, Institut Pendidikan Guru Kampus Perempuan Melayu, Melaka, 230–252.
- Shrestha, M. B., & Bhatta, G. R. (2018). Selecting appropriate methodological framework for time series data analysis. *The Journal of Finance and Data Science*, 4(2), 71–89. <https://doi.org/10.1016/j.jfds.2017.11.001>
- Zibaei, S., & Namjoo, M. (2014). A NSFD scheme for Lotka–Volterra food web model. *Iranian Journal of Science and Technology*, 38(4), 399–414. <https://doi.org/10.22099/ijsts.2014.2556>